

Abstract (Basic): SU 1357712 A

Device for the realisation of the method comprises a coherent light source (1), with the adjustable wavelength, whose output is connected to one of the interferometer (2) inputs. The phase-shift unit (3) is connected to the interferometer (2) second input and the output of the latter is taken to the optical wave brightness determination unit (4). At one optical wavelength from the coherent light source (1), a series of interferograms is obtained in the interferometer (2) for various values of the phase displacement, set by the unit (3). The values of brightness at the tested points on various interferograms are determined by the unit (4). The phase difference in the limits of one period of its change is computed in accordance with the brightness values and the relevant formula (1). Next the light wavelength is changed and the phase difference is determined in the limits of its period change. The light wave complete phase difference is determined according to the obtained previously values of phase difference.

USE/ADVANTAGE - For the determination of the complete phase difference in interferometers. Its functional scope is widened by measuring the distance with the elimination of phase ambiguity.  
Bul.45/7.12.87.

1/2

Title Terms: PHASE; DIFFER; DETERMINE; OBTAIN; ADD; SECOND; RADIATE; WAVE; LENGTH

Derwent Class: S02

International Patent Class (Additional): G01B-021/00

File Segment: EPI

Manual Codes (EPI/S-X): S02-A03A; S02-A09

12/9/12

DIALOG(R)File 351:Derwent WPI

(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

007527800 \*\*Image available\*\*

WPI Acc No: 1988-161732/198823

XRPX Acc No: N88-123522

Optical micro-pressure transducer e.g. for microphone - has beam splitter integrally attached to thin diaphragm, serving as local optical reference



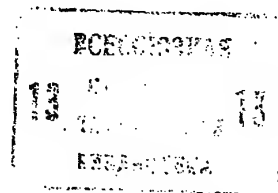
СОЮЗ СОВЕТСКИХ  
СОЦИАЛИСТИЧЕСКИХ  
РЕСПУБЛИК

(09) **SU** (11) **1357712** **A1**

(51)4 G 01 B 21/00

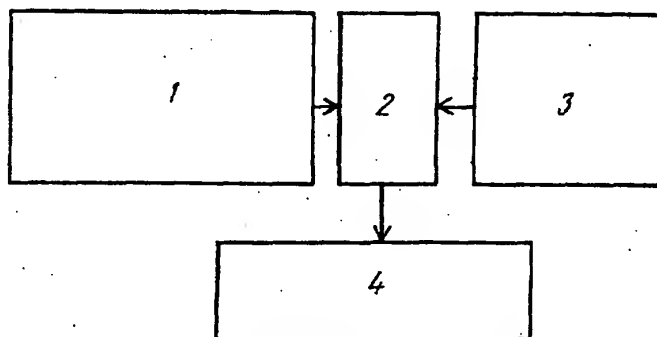
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР  
ПО ДЕЛАМ ИЗОБРЕТЕНИЙ И ОТКРЫТИЙ

## ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ



- (21) 4087285/24-28  
(22) 15.07.86  
(46) 07.12.87. Бюл. № 45  
(71) Новосибирский электротехнический институт  
(72) В.И.Гужов и Ю.Н.Солодкин  
(53) 531.7 (088.8)  
(56) Schmidt-Weinmar H.G. Spatial distribution of magnitude and phase of optical-wavefields. - J. Opt. Soc. Am., 1973, v. 63, № 5, p.547-555.  
(54) СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РАЗНОСТИ ФАЗ  
(57) Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения полной разности фаз в интерферометрах при определении оптическими методами рельефа поверхностей, деформаций, вибраций. Цель изобретения - расширение функциональных возможностей за счет измерения расстояния путем устранения фазовой неоднозначности. Для этого по-

лучают дополнительные интерферограммы на другой волне излучения, выбранной таким образом, что значения длин волн не имеют целых общих делителей. Полная разность фаз находится по разностям фаз, определенным в пределах одного периода, полученным при разных длинах волн. Разности фаз, определенные в пределах одного периода, определяют по серии интерференционных картин, полученных при изменении фазы одной из интерферирующих волн на контролируемую величину. Источник 1 когерентного света с перестраиваемой длиной волны используется в интерферометре 2 для измерения двух пар интерферограмм, интенсивность света в которых определяется блоком 4 определения яркости световой волны. Интерферограммы снимаются при двух значениях фазы, которая задается блоком 3 внесения контролируемого фазового сдвига, 2 ил.



Фиг. 1

(09) **SU** (11) **1357712** **A1**

Изобретение относится к измерительной технике и может быть использовано для определения полной разности фаз в интерферометрах при определении оптическими методами рельефа поверхностей, деформаций, вибраций.

Цель изобретения - расширение функциональных возможностей за счет измерения расстояния путем устранения фазовой неоднозначности. Для этого получают дополнительные интерферограммы на другой волне излучения, выбранной таким образом, что значения длин волн не имеют целых общих делителей.

На фиг. 1 приведена структурная схема устройства, реализующего способ; на фиг. 2 - графики зависимости фаз световых волн от пространственной координаты, поясняющие суть способа.

Устройство (фиг. 1) содержит источник 1 когерентного света с перестраиваемой длиной волны, выход которого соединен с одним входом интерферометра 2. Блок 3 внесения контролируемого фазового сдвига соединен с другим входом интерферометра 2, а выход последнего соединен с входом блока 4 определения яркости световой волны.

Конкретное выполнение устройства, реализующего способ, может быть следующим.

В качестве источника когерентного света с перестраиваемой длиной волны может быть использован ионный лазер или лазер на красителях.

Интерферометр может быть как оптическим, так и голографическим и собранным по любой схеме.

Блок внесения контролируемого фазового сдвига может быть выполнен, например, на основе зеркала, смещение которого задается деформацией пьезокерамики.

Блок определения яркости световой волны может быть реализован, например, на основе фотоэлектронных умножителей, световодов или других фотоэлектронных преобразователей.

Рассмотрим целые числа в связи с остатком от деления их на данное целое положительное  $L$ , которое назовем модулем.

Каждому целому числу соответствует определенный остаток от деления его на  $L$ . Если двум целым  $a$  и  $b$  отвечает один и тот же остаток  $r$ , то

они называются равноостаточными по модулю  $L$  или сравнимыми по модулю  $L$ , сравнимость чисел  $a$  и  $b$  по модулю  $L$  записывается  $a \equiv b \pmod{L}$ . Числа, сравнимые по модулю  $L$ , образуют класс чисел по модулю  $L$ .

Взяв от каждого класса по одному вычету, получаем полную систему расчетов по модулю  $L$ , чаще всего в качестве полной системы вычетов употребляют наименьшие неотрицательные вычеты  $0, 1, \dots, L-1$  или абсолютно наименьшие вычеты, в случае нечетного  $L$ ,  $-\frac{L-1}{2}, \dots, -1, 0, 1, \dots, \frac{L-1}{2}$ , в случае четного каким-либо из двух рядов

$$-\frac{L}{2} + 1, \dots, -1, 0, 1, \dots, \frac{L}{2}; \quad (1)$$

$$-\frac{L}{2}, \dots, -1, 0, 1, \dots, \frac{L}{2} - 1.$$

Рассмотрим систему сравнений с одним неизвестным, но с разными и притом попарно простыми модулями

$$\begin{aligned} x &\equiv b_1 \pmod{L_1}; \\ x &\equiv b_k \pmod{L_k}. \end{aligned} \quad (2)$$

Решить систему (2), т.е. найти все значения  $x$ , ей удовлетворяющие, можно, применяя следующее условие:

пусть числа  $M_5$  и  $M'_5$  определены  $L_1, L_2, \dots, L_k = M_5 L_5, M_5 M'_5 \equiv 1 \pmod{L_5}$  и пусть

$$x_0 = M_1 M'_1 b_1 + M_2 M'_2 b_2 + \dots + M_k M'_k b_k.$$

Тогда совокупность значений  $x$ , удовлетворяющая системе (2), определяется сравнением  $x \equiv x_0 \pmod{L_1, L_2, \dots, L_k}$ . Единственность решения системы следует из следующей теоремы: если  $b_1, b_2, \dots, b_k$  независимо друг от друга пробегают полные системы вычетов по модулям  $L_1, L_2, \dots, L_k$ , то  $x_0$  пробегает полную систему вычетов по модулю  $L_1, L_2, \dots, L_k$ .

Пример. Рассмотрим систему:

$$x \equiv b_1 \pmod{4},$$

$$x \equiv b_2 \pmod{5}.$$

Решение этой системы записывается в виде

$$x \equiv 5 b_1 + 16 b_2 \pmod{20} \quad (3)$$

Данные сочетания  $(b_1, b_2)$  не повторяются, пока  $x$  пробегает полную систему вычетов по модулю 20.

Определить разность фаз в пределах одного периода ее изменения — это значит определить остаток от деления полной разности фаз на длину волны. Пусть

$$x = n_1 \lambda_1 + r_1,$$

где  $r_1$  — фаза, определенная с точностью до  $2\pi$ ;

$n_1$  — число полных длин волн;

$x$  — полная фаза.

Если существует возможность определить  $r_1$  с достаточно большой точностью, можно поставить в соответствие вещественным значениям длины волн и фазы, определенной с точностью до  $2\pi$ , целые числа с определенным количеством значащих знаков и перейти к рассмотренной системе сравнений (2). Чем больше количество значащих цифр, тем больше динамический диапазон, в котором по сочетаниям  $b_1$  и  $b_2$ , взятым при разных длинах волн, можно определить полную разность фаз.

В рассмотренном примере  $L_1 = 4$ ,  $L_2 = 5$  динамический диапазон для

$L_1 - k = 5$  длин волн  $(\frac{20}{4})$ , для  $L_2 - k = 4$  длины волны  $(\frac{20}{5})$ . Если возьмем два знака,  $L_1 = 41$ ,  $L_2 = 53$ ,  $k_1 \approx 50\lambda_1$ ,  $k_2 \approx 40\lambda_2$ .

На графиках (фиг. 2) фаза  $\varphi_1$  имеет период повторения 4, а фаза  $\varphi_2$  — 5. Из графиков видно, как это и следует из теории, что каждой паре чисел  $(\varphi_1, \varphi_2)$  соответствует единственное значение полной фазы  $\varphi$ , период повторения которой равен 20, что и составляет в данном случае предел определения полной фазы. Например, паре чисел  $\varphi_1 = 3$ ,  $\varphi_2 = 4$  соответствует  $\varphi = 19$ , а паре чисел  $\varphi_1 = 1$ ,  $\varphi_2 = 3$  соответствует полная фаза  $\varphi = 13$ .

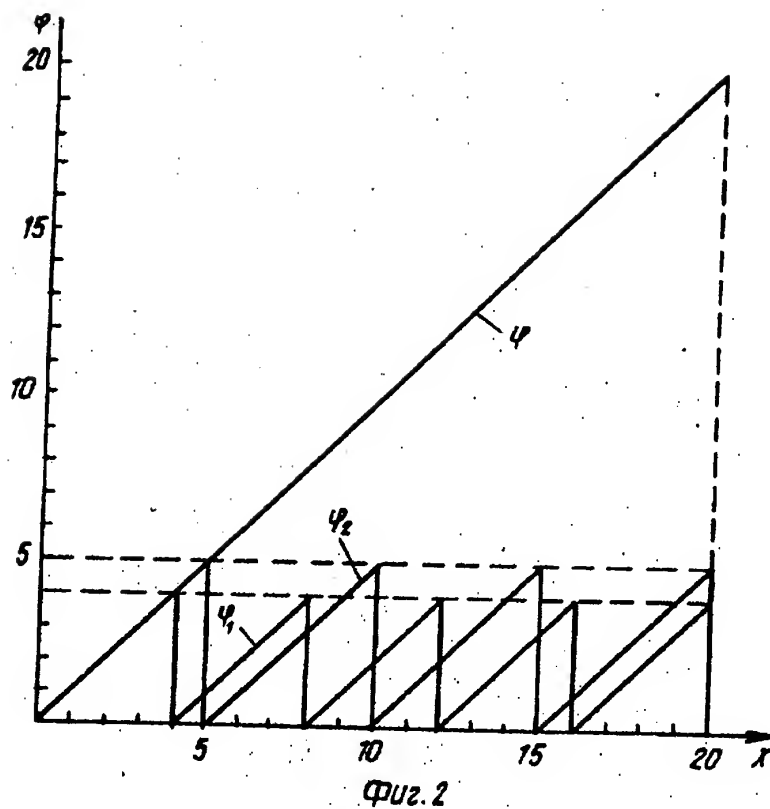
Способ осуществляется следующим образом.

При одной длине световой волны от источника 1 когерентного излучения в

интерферометре 2 получают серию интерферограмм для разных значений фазового сдвига, задаваемого блоком 3 внесения контролируемого фазового сдвига. Значения яркости в исследуемых точках на разных интерферограммах определяются с помощью блока 4 определения яркости световой волны и по этим значениям, в соответствии с формулой (1), вычисляется разность фаз в пределах одного периода ее изменения. Затем изменяют длину световой волны от источника 1 аналогичным образом определяют разность фаз в пределах периода ее изменения. Теперь по двум значениям разности фаз, как это было показано на примере (фиг. 2), определяют полную разность фаз световых волн.

#### Ф о р м у л а и з о б р е т е н и я

Способ определения разности фаз, световых волн в интерферометрах, заключающийся в том, что получают интерференционную картину, изменяют фазу одной из интерферирующих волн на контролируемую величину, определяют изменение яркости в исследуемой точке и по известным соотношениям определяют разность фаз в пределах одного периода ее изменения, о т л и ч а ю щ и й с я тем, что, с целью расширения функциональных возможностей за счет измерения расстояния путем устранения фазовой неоднозначности, получают дополнительно по крайней мере одну интерференционную картину при длине волны, отличной от первоначальной, при этом значения длин волн, при которых получают интерференционные картины, не имеют общих делителей, и разность фаз в пределах одного периода ее изменения определяют для каждой длины волны, затем по известной зависимости между числами, соответствующими полной разности фаз и разностям фаз, определенным в пределах одного периода, определяют полную разность фаз световых волн.



Составитель В.Чулков

Редактор Г.Волкова

Техред А.Кравчук

Корректор О.Кравцова

Заказ 5986/37

Тираж 677

Подписное

ВНИИПИ Государственного комитета СССР

по делам изобретений и открытий

113035, Москва, Ж-35, Раушская наб., д. 4/5

Производственно-полиграфическое предприятие, г. Ужгород, ул. Проектная, 4